

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

Предмет: Извештај комисије за оцену писаног дела и усмену одбрану докторске дисертације **мр Олге Ристић, проф. тех. и инф.**

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-337/8 од 11.05.2016. године, на предлог Научно-наставног већа Факултета техничких наука у Чачку (одлука бр. 8-854/13 од 04. 05. 2016. године) именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **мр Олге Ристић** под насловом:

**„Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности
у анализама поузданости електричне опреме“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја о подобности кандидата и теме за докторску дисертацију, која је одобрена за израду Одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 5-389/14 од 06. 03. 2013. год. и Одлуке Стручног већа за техничко-технолошке науке бр. IV-04-476 од 11.09.2013. године, на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно - научном већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата мр Олге Ристић под називом „Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности у анализама поузданости електричне опреме“ је резултат кандидатовог самосталног научно-истраживачког рада у области примењених рачунарских наука и информатике. Предмет дисертације је моделовање понашања електричне опреме током планског експлоатационог периода, којим ће се омогућити динамички прорачун показатеља поузданости и техничко-економска процена ефеката појединих видова и мера у склопу превентивног одржавања.

Досадашња пракса великих светских електроенергетских компанија показује да је спровођење превентивног одржавања у фиксним временским интервалима превазиђено и у техничком и у економском смислу.

Прорачун на основу стационарних показатеља поузданости опреме даје песимистичке резултате, што као последицу има непотребно велике финансијске издатке. Наиме, увидом у експлоатациону статистику установљено је да је за већину опреме током првих 10-20 година погона учестаност кварова веома ниска, а да она расте током каснијег периода експлоатације. То значи да нема основа да се превентивне активности планирају на основу просечног понашања током очекиваног периода експлоатације, већ је то могуће радити за сваку годину појединачно.

Такође, чињеница да су два елемента истог типа, исте намене и истих конструкционих параметара не значи да се према њима можемо понашати исто. Наиме, ако ови елементи не раде са истим степеном оптерећења и у истим амбијенталним условима они неће бити једнако напрегути, па ће и њихово физичко старење бити различито, упркос истој хронолошкој старости, односно неће бити потребно да се за њих планирају исте превентивне активности и/или мере.

Примена система за континуални надзор омогућава да се поремећаји на опреми детектују у најранијој фази развоја, што битно утиче на повишење и поузданости и расположивости, а тиме и на продужење животног века. Имајући у виду да је век експлоатације ових система ограничен на десетак година и њихову прилично високу цену потребне су прецизне анализе да би се анализом трошкова и уштеда утврдило да ли се, када и на којој опреми ови системи могу употребити.

Циљ спроведених истраживања је побољшање до сада развијених модела за системске анализе поузданости. Ови модели су стационарни и омогућавају процену просечних показатеља поузданости и да ли је примена/реализација неке мере генерално оправдана или не, али не и процену тренутка када неку меру или активност треба спровести ради побољшања нивоа расположивости опреме, што је за последицу имало непотребно високе трошкове експлоатације. Наиме, за интензитет кварова је усвајана просечна вредност током читавог периода експлоатације, што је апсолутно песимистички, а за време трајања отклањања квара усвајане су детерминистичке вредности, што најчешће није тачно.

Развијени модел омогућава да се за дати концепт напајања потрошача прецизно одреде тренуци и оправданост набавке само делова, а не читавих резервних елемената, и/или спровођења појединих видова превентивног одржавања и/или уградње система за континуални надзор појединих компоненти.

Досадашња истраживања у свету усмерена су искључиво на развој модела којима се обухвата старење апарата за медицинску дијагностику, мотора великих снага у индустријским погонима и високонапонских каблова различитих типова. Презентовано је неколико радова у којима је показан развој модела којима се представља временска зависност кварова енергетских трансформатора, али изостају примери њихове примене. Остали елементи постројења, у до сада публикованим радовима, нису обухваћени анализама.

Верификација предложеног модела је извршена на примеру трансформаторске станице која напаја дистрибутивну мрежу, а која представља критичну тачку у систему са становишта напајања потрошача електричном енергијом. Показано је да се трошкови могу знатно смањити у односу на оне који су се до сада имали, а да се при томе битно

побољшавају сви параметри поузданости, укључујући и очекивани животни век разматране опреме.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата **мр Олге Ристић** под називом „**Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности у анализама поузданости електричне опреме**“ представља резултат оригиналног научног рада кандидата.

Комисија сматра да је тема докторске дисертације изузетно актуелна: смањење очекиваних трошкова и штета током периода експлоатације уз истовремено повишење нивоа поузданости обављања предвиђене функције и продужење животног века опреме.

Кандидат је детаљно, уз поштовање научних принципа, извршио обраду обимне погонске статистике, прегледао референтну литературу из предметне области и дошао до егзактног математичког модела који омогућава јасне и прецизне анализе. Имајући у виду број података које треба обрадити и број и сложеност математичких операција које треба извршити, примена одређених готових програмских пакета као и развој нових су били неизбежни.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата до којих је кандидат дошао огледају се у следећем:

- На основу податка које саопштавају референтне светске струковне институције омогућено је да се енергетски трансформатор са нивоа сложене целине разложи на саставне функционалне компоненте, укупно их има шест. Дакле, у даљим анализама поузданости енергетски трансформатор је посматран као редна веза шест независних елемената;

- За сваку компоненту енергетског трансформатора су дефинисане категорије кварова, према обиму оштећења и према трајању и цени отклањања. Овим је омогућено да се за сваку компоненту прецизно анализирају ефекти примењених мера у оквиру превентивног одржавања, односно избегнуто је добијање просечних вредности, које су обично биле песимистичке;

- Повећање броја кварова са повећањем старости на свакој компоненти је моделовано мешавином експоненцијалне и *Weibull*-ове расподеле. Оваквим моделовањем је омогућено узимање у обзир чињеница да се неким превентивним активностима може смањити "техничка старост" третиране компоненте, неким мерама се отклањају само ситнији недостаци, док се неким активностима старење може успорити или, чак, елемент довести у стање "као да је нов". Параметри сваке расподеле су израчунати применом методе минимума квадрата одступања. На овај начин је постигнуто максимално поклапање израчунатих вредности са вредностима које су остварене у експлоатацији;

- Моделовање параметара поузданости у временском домену је омогућило спровођење анализа на годишњем нивоу. Тиме су створени предуслови да се за сваку годину анализирају оправданост и ефекти спровођења појединих мера и активности, уз уважавање ефекта мера које су претходно спроведене;

- Анализирани су ефекти појединачне примене седам мера и активности у оквиру програма превентивног одржавања. Такође, разматрана је и комбинована примена

појединих мера и установљен оптималан план експлоатације. Показано да се применом развијеног модела добијају резултати који су у техничко-економском погледу знатно бољи него када се анализе спроводе коришћењем стационарног модела.

3. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној научној области

Мр Олга Ристић (девојачко Робајац), рођена је 11.10.1974. године у Чачку. Дипломирала је на Техничком факултету у Чачку 1997. године на смеру Техника и информатика са просечном оценом 8,54. Дипломски рад под називом "Квалитет и поузданост софтвера са аспекта међународних стандарда ISO 9000", одбранила је са оценом 10 и стекла звање професор технике и информатике. Магистарски рад под називом „Програмска механичка испитивања елемената далеководне мреже“ одбранила је 2006. године на истом факултету, са просечном оценом 10 у току магистарских студија и стекла звање магистар техничких наука.

На Техничком факултету у Чачку ради од фебруара 1998. до децембра 2000. године као стипендиста Министарства за науку, технологију и развој Републике Србије на пројекту „Истраживање и развој структура рачунарски интегрисаних, роботизованих, ефективних производних система“, бр. 11М09ПТ.

Од децембра 2000. до маја 2001. године радила је као сарадник на Вишој техничкој школи у Чачку.

Од маја 2001. године заснива радни однос као асистент-приправник за предмете из области квалитета и информатике, а од 2007. године - као асистент из области примењене рачунарске науке и информатика.

У току досадашњег рада била је ангажована на шест пројекта које финансира Министарство за науку и технолошки развој. Објавила је више радова на домаћим и међународним конференцијама и часописима, од чега је један рад у међународном часопису категорије М21. Радови су из области информационих технологија, поузданости, моделирања и симулација система.

- Одбрањена магистарска теза

Ристић (Робајац) Олга: Програмска механичка испитивања елемената далеководне мреже, Технички факултет, Чачак, Универзитет у Крагујевцу, 2006, 154 с.

- Рад у часопису међународног значаја [М21]

Ristic Olga, Mijailovic Vladica: Method for determining optimal power transformers exploitation strategy, International journal: Electric Power Systems Research, Volume 83, Issue 1, February 2012, doi:10.1016/j.epsr.2011.09.007, ISSN: 0378-7796, pp. 255-261.

- Радови у часописима националног значаја

1. **Ристић Олга, Марић А., Ђорђевић Љ.:** Прилог анализи поузданости технолошких система у процесној индустрији применом ФТА методе, ИМК – 14 Истраживање и

развој, Часопис Института ИМК „14. октобар“ Крушевац, број 35, 2/2010. ИССН 0354-6829, стр. 77-85. [M51]

2. **Ристић Олга**, Марић А., Милуновић С.: Управљање одржавањем производних система - моделирање и симулација трошкова одржавања производних линија, ИМК – 14 Истраживање и развој, Часопис Института ИМК „14. октобар“ Крушевац, број 40, 3/2011. ИССН 0354-6829, стр. 37-40. [M53]

-Радови саопштени на скуповима међународног значаја штампани у целини [M33]

1. Marić A., **Ristić Olga**, Đorđević Lj.: The fault tree and reliability analysis in process industry, Proceedings of 10th International Conference Research and Development in Mechanical Industry- RaDMI 2010, Donji Milanovac - Serbia, 16. – 19. september 2010., ISBN 978-86-6075-017-6, pp. 324 – 330.
2. **Ristić Olga**, Marić A., Đorđević Lj.: Modeling and simulation of maintenance system, Proceedings of 3rd International Conference Science and higher education in function of sustainable development - SED 2010, Uzice, Serbia, 7 - 8 October 2010, ISBN 978-86-83573-18-9, pp. 46-53.
3. **Ristić Olga**, Marić Aleksandar, Đuričić M.: The Influence of CMMS and Simulation Modelling on Maintenance Cost, 15th International Scientific Conference on Industrial systems, Faculty of Technical Sciences, Department of Industrial Engineering and Management, Novi Sad, ISBN 978-86-7892-341-8, COBISS.SR-ID 266010119, September 14-16, 2011. pp. 301-306.
4. **Ristić Olga**, Marić Aleksandar: Simulation model of reliability and maintenance cost analysis, Proceedings of 11th International Conference Research and Development in Mechanical Industry- RaDMI 2011, SaTCIP (Scientific and Technical Center for Intellectual Property Ltd., 36210 Vrnjacka Banja), Sokobanja - Serbia, 15 –18. september 2011. ISBN 0978-86-6075-026-8, pp. 879– 885.

-Радови саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини [M63]

1. **Ристић Олга**, Урошевић В.: Анализа захтева у развоју софтверског производа, Симпозијум о рачунарским наукама и информационим технологијама, YU INFO 2009, Копаоник, март 2009.
2. **Ристић Олга**, Урошевић В.: Симулирање и анимација структура података применом MatrixPRO софтвера, 53 конференција ЕТРАН, ИСБН 978-86-80509-64-8, Секција: РТ4 Алогритми Р4.5-1-3, Врњачка Бања, 15 – 18. јун 2009.
3. **Ристић Олга**, Урошевић В.: Моделирање и симулација применом ООСИМЛ, YuInfo конференција, ЦД зборник, ИСБН 978-86-85525-05-6, Копаоник, март 2010.

-Учешће на пројектима ресорног министарства

1. „Истраживање и развој структура рачунарски интегрисаних, роботизованих, ефективних производних система“, Пројекат из области основних истраживања, руководилац проф. др Илија Ћосић, Факултет техничких наука, Нови Сад, бр. 11М09ПТ1, 1998-2000.

2. „Развој технологије израде резних елемената млинова (рифажнера) у индустрији папира и целулозе“, Пројекат из програма технолошког развоја, руководилац др Радомир Славковић, Технички факултет, Чачак, бр. 0140, 2001 год.
3. „Развој модела и софтвера за управљање ризиком, поузданошћу, заштитом и осигурањем индустријских система“, Пројекат из програма технолошког развоја, руководилац проф. др Миомир Станковић, Факултет заштите на раду, бр. 0083, 2002 год.
4. „Мониторинг, дијагностика и одржавање елемената дистрибутивних трансформаторских станица“, Пројекат из програма технолошког развоја, руководилац Др Владица Мијаиловић, ванр. проф., Технички факултет, Чачак, бр. ТР-6608А, 2004-2007.
5. „Поузданост дерегулисаних дистрибутивних система“, Пројекат из програма технолошког развоја, руководилац проф. др Владица Мијаиловић, ред. проф., Технички факултет, Чачак, бр. 17001, 2008-2010.
6. "Развој и примена нових и традиционалних прехранбених производа са додатом вредношћу за домаће и светско тржиште-СТВОРИМО БОГАТСТВО ИЗ БОГАТСТВА СРБИЈЕ", руководилац др Јасна Мاستиловић, Институт за прехранбене технологије, Нови Сад, бр. 46001, 2011-2016.

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата **мр Олге Ристић** под називом **„Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности у анализама поузданости електричне опреме“** одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку и Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу. По квалитету и обиму истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за докторску дисертацију.

Докторска дисертација је написана на 101 страни, садржи 59 слика и 6 табела, а цитирано је 105 библиографских наслова.

Рад је организован у 8 поглавља и то:

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА
2. ПРИКАЗ ИСТРАЖИВАЊА У СВЕТУ
3. МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ ПОУЗДАНОСТИ
4. ДИНАМИЧКО МОДЕЛОВАЊЕ ЕФЕКТА ПРЕВЕНТИВНИХ АКТИВНОСТИ
5. ОДРЕЂИВАЊЕ ОПТИМАЛНЕ КОМБИНАЦИЈЕ ПОЈЕДИНИХ МЕРА И ПРЕВЕНТИВНИХ АКТИВНОСТИ
6. СИМУЛАЦИЈЕ
7. ЗАКЉУЧАК
8. ЛИТЕРАТУРА

У првом поглављу су наведени основни мотиви за рад и организација саме дисертације. Објашњени су значај поузданости електроенергетске опреме и утицај развоја информационих технологија на њено моделовање, праћење, спровођење анализа и планирање превентивних активности.

У другом поглављу је дат преглед најзначајније литературе из области анализе поузданости и одржавања сложених техничких система. Описана је метода динамичког програмирања. Такође, приказан је развој софтвера за анализу поузданости и софтвера који се користе за моделовање и симулацију.

У трећем поглављу су изложени методологија утврђивања критичних догађаја на техничким системима и математички модели за прорачун функција поузданости. Показане су најчешће коришћене расподеле вероватноћа, а које су коришћене за развој динамичког модела у четвртном поглављу. Приказан је модел мрежних структура са посебним освртом на њихов значај у анализи поузданости и описане врсте одржавања и њихова примена на техничким системима различите намене.

Четврто поглавље је кључни део докторске дисертације. Изложен је предлог динамичког моделовања ефеката превентивних активности на електричној опреми, а које се заснива на: анализи стања, различитим стратегијама одржавања, утврђивању оптималног тренутка замене елемената, тренутка набавке резервног елемента, као и минимизацији трошкова који настају при спровођењу превентивних активности одржавања.

Примена предложеног модела је показана у петом поглављу, на примеру енергетског трансформатора у дистрибутивном постројењу, чија је примарна функција "напајање потрошача на ниженапонској страни". Разматране су комбинације различитих видова превентивног одржавања, набавке резервних делова и уградње система за континуални надзор појединих компоненти енергетских трансформатора. При анализи појединих видова превентивног одржавања узете су обзир и суперпозиције кварова на планско одржавање.

У шестом поглављу су описане аналитичке и *Monte Carlo* симулације и њихова примена у анализи поузданости електричне опреме. Као пример, приказани су алгоритми за симулацију настанка и отклањања кварова применом секвенцијалне *Monte Carlo* симулације. Такође, приказани су алгоритам за симулацију временских непогода које утичу на настанак нежељених догађаја и алгоритам за одређивање највероватнијих временских непогода.

Развијен је модел за прорачун укупних трошкова одржавања применом *Vensim PLE* 6.3 софтверског алата. За креиран математички модел превентивних експлоатационих активности енергетског трансформатора реализовани су дијаграм узрочних петљи и дијаграми токова који ће се користити за даљу анализу. Приказана је примена овог софтверског алата за симулацију на примеру укупних очекиваних трошкова енергетског трансформатора при спровођењу различитих активности одржавања.

У објектно оријентисаном програмском језику *Java* развијен је софтвер за прорачун трошкова превентивних активности одржавања.

У седмом поглављу су дата закључна разматрања и смернице за будућа истраживања, а у осмом - преглед коришћене литературе.

5. Научни резултати докторске дисертације

Мр Олга Ристић је у оквиру своје дисертације извршила систематизацију и анализу досадашњих теоријских и емпиријских знања из области поузданости техничких система и дошла до значајних резултата када је у питању моделовање понашања опреме у времену.

Кључни резултат рада је нов модел за динамичко планирање превентивних експлоатационих активности.

Основа за развој модела су следеће чињенице:

- свака врста техничког система (електричне опреме) се може посматрати као целина (склоп), која се састоји од неколико једноставнијих делова, функционално повезаних тако да поуздано, безбедно и економично обављају предвиђену функцију;

- сви саставни делови немају једнаку важност за функционисање посматраног техничког система, немају једнак ниво поузданости и немају једнак очекивани животни век;

- у једном техничком систему сви саставни делови неће бити једнако напрегнути, што значи да се неће подједнако хабати, због чега неће бити потребно да се превентивно одржавају у једнаким временским интервалима;

- два уређаја исте врсте, исте намене и исте старости неће бити једнако напрегнути и неће се подједнако хабати ако не раде у истим амбијенталним условима и ако немају једнаке дијаграме оптерећења;

- са повећањем старости последице кварова су веће, због чега су цена и трајање отклањања већи и

- свака превентивна активност, колико год да кошта и колико год да траје, кошта мање и траје краће од отклањања најједноставнијег квара.

Интензитет кварова електричне опреме се може представити "коритастом кривом" (овом кривом се представља и животни век људске популације). Стационарни модели поузданости су се базирали на коришћењу средишњег дела овог дијаграма и на усвојеној претпоставци да је интензитет кварова константан. Међутим, погонски догађаји показују да ово није тачно и да интензитет кварова опреме расте од тренутка када се заврши пробни рад и почне редовна експлоатација. За већину опреме важи да је поменути раст мањи током првих 20 година погона, а да је након тога број кварова знатно већи.

Под практично тачном претпоставком да елемент (технички систем) није у режиму недозвољеног преоптерећења, кварови се могу поделити на случајне и на оне који су последица старости.

Такође, анализом експлоатационих података омогућено је моделовање параметара поузданости сваке саставне компоненте, а за сваки могући вид превентивног одржавања утврђени су цена, трајање и ефекти на третирану компоненту.

Применом развијеног модела и анализом са сваку годину периода експлоатације детаљно се може утврдити када је исплативо применити коју меру или активност из програма превентивног одржавања, по критеријуму минималне вредности трошкова и штета.

Развијени модел се несумњиво може применити и за динамичко моделовање поузданости осталих врста електричне опреме, уз уважавање појединачних

специфичности. Имајући у виду досадашња истраживања, извесно је да ће ти модели добити поједностављењем презентованог, односно да ће бити могуће моделовање само применом једне функције расподеле вероватноћа.

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Докторска дисертација кандидата мр Олге Ристић под називом „Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности у анализама поузданости електричне опреме“ даје веома значајне резултате који представљају нова сазнања у области примене информационих технологија у моделовању поузданости и ствара претпоставке за промену досадашње праксе када је у питању стратегија експлоатације електричне опреме.

Прецизно је показано да је спровођење превентивног одржавања у фиксним временским интервалима превазиђено и да одржавање скупе и стратешки важне опреме треба планирати за сваки елемент појединачно, у зависности од експлоатационих услова, старости у понашања у претходном периоду експлоатације.

Примена предложеног модела је показана на примеру енергетског трансформатора, за који је утврђена оптимална стратегија експлоатације. То значи да је, за дату концепцију напајања потрошача и усвојени (типски) дијаграм оптерећења, одређен редослед спровођења (примене) појединачних активности и мера у оквиру превентивног одржавања, ради минимизације укупних трошкова и штета, уз продужење животног века трансформатора и обезбеђење максималног нивоа поузданости.

Разматране су комбинације различитих видова превентивног одржавања, набавке резервних делова и уградње система за континуални надзор појединих компоненти енергетских трансформатора.

Параметри расподела су израчунати на основу података из анкете коју је спровела референтна међународна организација CIGRE и која се сматра репрезентативном. При анализи појединих видова превентивног одржавања узете су обзир и суперпозиције кварова на планско одржавање.

Мере и активности које су анализиране су:

1. корективно одржавање,
2. једнодневно одржавање,
3. регенерација уља,
4. регенерација изолационог система,
5. ревитализација трансформатора,
6. уградња система за континуални надзор елемената енергетског трансформатора,
7. одређивање оптималне количине резервне опреме.

Анализе показују да се претходном применом одређених мера елиминише потреба спровођења осталих активности, чиме се остварују велике финансијске уштеде, без негативног утицаја на поузданост обављања предвиђене функције. Примера ради, употреба система за континуални надзор омогућава да се резервне компоненте купе

знатно касније, при чему нема потребе набављати неке које се ређе кваре, а које имају високу набавну цену.

Такође, показано је да концепција напајања потрошача има веома велики утицај на обим и учестаност спровођења превентивног одржавања, чиме се оповргава досадашња пракса одржавања. Ако се има у виду број енергетских трансформатора у експлоатацији и њихова цена, очито је да трошкови непотребног одржавања имају милионску вредност.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Као непосредни резултат рада на овој докторској дисертацији кандидат је публиковао један рад у међународном часопису ранга M21. Рад је до сада цитиран 3 пута од стране других аутора у водећим међународним часописима.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата **мр Олге Ристић** под називом „**Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности у анализама поузданости електричне опреме**“ одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку, односно Већа Универзитета.

Кандидат је у приказу свог рада користио одговарајућу и стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

У оквиру докторске дисертације кандидат је кроз свеобухватан теоријско-истраживачки рад дошао до низа оригиналних научних резултата када је у питању примена информационих технологија у моделовању поузданости. Део резултата публикован је у водећем међународном часопису.

Докторска дисертација по квалитету и обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способност системског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје професионално образовање показао способност да сложеној и мултидисциплинарној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и примењивих резултата.

Дакле, кандидат **мр Олга Ристић** и поднета докторска дисертација, испуњавају све услове, који се у поступку оцене писаног дела докторске дисертације захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета техничких наука у Чачку.

На основу претходно изнетог Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Чачку и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да прихвате докторску дисертацију кандидата **мр Олге Ристић** под насловом:

**„Динамичко моделовање и симулација превентивних експлоатационих активности
у анализама поузданости електричне опреме“**

као успешно урађену и да кандидата позове на усмену јавну одбрану дисертације.

У Чачку и Београду, маја 2016. године

Чланови комисије

1. _____

Др Владе Урошевић, ред. проф., председник
Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука, Чачак
Област: Примењене рачунарске науке и информатика

2. _____

Др Данијела Милошевић, ванр. проф., члан
Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука, Чачак
Област: Информационе технологије и системи

3. _____

Др Александар Ранковић, ванр. проф., члан
Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука, Чачак
Област: Електроенергетски системи

4. _____

Др Братислав Иричанин, доцент, члан
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Београд
Област: Примењена математика